

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-290227

(43) 公開日 平成10年(1998)10月27日

|                           |       |               |         |
|---------------------------|-------|---------------|---------|
| (51) Int.Cl. <sup>8</sup> | 識別記号  | F I           |         |
| H 0 4 L 12/26             |       | H 0 4 L 11/12 |         |
| G 0 6 F 13/00             | 3 5 1 | G 0 6 F 13/00 | 3 5 1 N |
| H 0 4 L 29/06             |       | H 0 4 L 13/00 | 3 0 5 Z |
| 29/14                     |       |               | 3 1 5 Z |

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-95738

(22) 出願日 平成9年(1997)4月14日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 大田 聡

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 蔵杉 俊康

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 野口 敦子

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

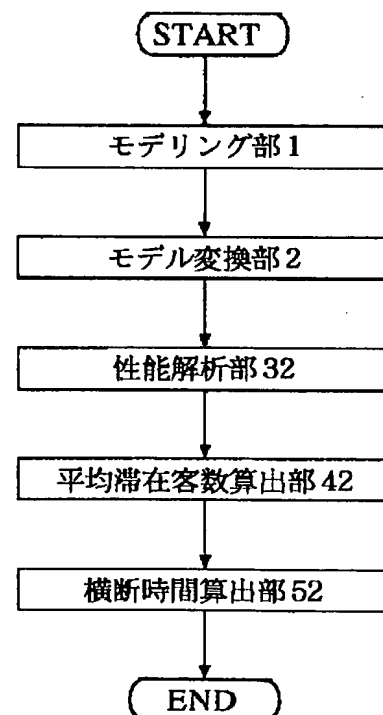
(74) 代理人 弁理士 若林 忠

(54) 【発明の名称】 O S I ネットワーク管理プロトコル性能解析システム

(57) 【要約】

【課題】 複雑かつ大規模なシステムにおいて、待ち行列理論に基づいて、各サービスセンタの平均滞在客数と、各プロトコルのネットワーク内横断時間とを求め、O S I ネットワーク管理プロトコル性能解析システムを提供する。

【解決手段】 モデリング部1でモデリングされたO S I ネットワーク管理プロトコルを、モデル変換部2で閉鎖型連鎖1つと開放型連鎖1つに置き換えるという連鎖数を削減するモデル変換を行う。この変換により次の性能解析部32で「混合型待ち行列網の計算方式」を適用し計算機上で計算するために必要となる時間やメモリ量が節約でき計算実行可能になる。モデル変換後の性能解析結果である性能解析部32の結果から平均滞在客数算出部42では各サービスセンタでの平均滞在客数を算出し、さらに横断時間算出部52では、変換前のモデリングに対応させた各プロトコルの横断時間を算出する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 対象とするOS Iネットワーク管理プロトコルを待ち行列網でモデリングするモデリング部と、  
該モデリング部でモデリングされた、前記OS Iネットワーク管理プロトコルの閉鎖型連鎖であるデータプロトコル群を、客数と各サービスセンタへの負荷量を求めて1つの閉鎖型連鎖に変換し、かつ、

前記モデリング部でモデリングされた、前記OS Iネットワーク管理プロトコルの開放型連鎖である定周期プロトコル群を、到着率と各サービスセンタへの負荷量を求めて1つの開放型連鎖に変換し、計算機での性能解析を可能にするモデル変換部と、

該モデル変換部で変換された前記各1つずつの閉鎖型連鎖と開放型連鎖に対して「混合型待ち行列網の計算方式」を適用し、前記各サービスセンタにおける閉鎖型連鎖の平均滞在客数と開放型連鎖の平均滞在客数、及び閉鎖型連鎖の平均滞在時間と開放型連鎖の平均滞在時間を求める性能解析部と、

該性能解析部で求められた、前記各サービスセンタにおける閉鎖型連鎖の平均滞在客数と開放型連鎖の平均滞在客数との和から、システム全体での前記各サービスセンタの平均滞在客数を求め、前記変換後のモデリングに対する解析結果からシステムとしての性能解析結果を算出する平均滞在客数算出部とを、備えたことを特徴とするOS Iネットワーク管理プロトコル性能解析システム。

【請求項2】 請求項1に記載のOS Iネットワーク管理プロトコル性能解析システムであって、

前記各サービスセンタにおける閉鎖型連鎖の平均滞在時間と負荷量とから、変換後の閉鎖型連鎖において前記各サービスセンタで処理を受けるまでに要する平均待ち時間を求め、該平均待ち時間と各データプロトコルの前記各サービスセンタへの負荷量とから、前記各データプロトコルの横断時間を求め、かつ、

前記各サービスセンタにおける開放型連鎖の平均滞在時間と負荷量とから、変換後の開放型連鎖において前記各サービスセンタで処理を受けるまでに要する平均待ち時間を求め、該平均待ち時間と各定周期プロトコルの前記各サービスセンタへの負荷量とから、前記各定周期プロトコルの横断時間を求め、前記変換前のモデリングに関する性能解析結果を算出する横断時間算出部を備えたことを特徴とするOS Iネットワーク管理プロトコル性能解析システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、OS Iネットワーク管理プロトコル性能解析システムに関し、特に複雑かつ大規模なシステムの性能を待ち行列理論に基づいて解析できるOS Iネットワーク管理プロトコル性能解析システムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、この種のOS Iネットワーク管理プロトコル性能解析方法は、システムの複雑化や大規模化によるOS Iネットワーク管理の要求の高まりとその効率的な運用のために事前の性能見積もりが急務となってきたために用いられている。従来のOS Iネットワーク管理プロトコル性能解析方法における計算方法の一例が、情報処理学会論文誌1983年Vol. 24 No. 3 326ページ～334ページの「混合型待ち行列網の計算方式」に記載されている。この学会誌に記載された計算方法は、閉鎖型連鎖と開放型連鎖が同時に複数存在する場合の性能解析における計算方法である。

【0003】従来例の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0004】図10は従来例のフローチャート図である。

【0005】図10を参照すると、従来の実施の形態は、対象とするOS Iネットワーク管理プロトコルを待ち行列網でモデリングするモデリング部1と、そのモデリング結果に「混合型待ち行列網の計算方式」を適用して性能解析を行う性能解析部31と、その性能解析結果から各ノードの平均滞在客数を算出する平均滞在客数算出部41と、性能解析部31の結果から各連鎖の横断時間を算出する横断時間算出部51とを含む。

【0006】モデリング部1は、OS Iネットワーク管理プロトコルをその性格からデータプロトコルと定周期プロトコルに区別し、データプロトコルを閉鎖型連鎖に、定周期プロトコルを開放型連鎖にモデリングする。データプロトコルとはOS Iで規定されたトランスポート層のデータプロトコルとその確認データのことを示し、定周期プロトコルとはOS Iで規定されたネットワーク層で定期的に発生するプロトコルを示す。待ち行列網モデルではデータプロトコルの経路を閉鎖型の連鎖として、その客数をシステムで既定されているウィンドウ数でモデリングする。また定周期プロトコルの経路は開放型の連鎖として、この連鎖への到着率を定周期プロトコルの発生周期の逆数でモデリングする。また経路上のパッケージ等のノードをサービスセンタとし、他のプロトコルの影響がない場合にノードで必要となる処理時間を平均サービス時間に対応させてモデリングする。その際、負荷量はそのサービスセンタに対する平均サービス時間と平均訪問回数を掛け合わせたものとする。

【0007】性能解析部31は、モデリング部1でモデリングしたものに「混合型待ち行列網の計算方式」を適用し、各連鎖の各サービスセンタにおける平均滞在客数と平均滞在時間を求める。

【0008】平均滞在客数算出部41は、性能解析部31の解析結果から各サービスセンタの平均滞在客数を算出する。

【0009】横断時間算出部51は、性能解析部31の解析結果から各連鎖がその経路を横断するために必要な

10

20

30

40

50

時間である横断時間を算出する。

【0010】次に図10を参照して、従来例の実施の形態の動作について説明する。

【0011】モデリング部1では、OSIネットワーク管理プロトコルにおいてデータプロトコルを閉鎖型連鎖で、また定周期プロトコルを開放型連鎖でモデリングする。まず閉鎖型連鎖のモデリング方法を説明する。この説明には以下の記号を用いる。

【0012】システムで既定されているウィンドウ数を表す $W I$ 、データプロトコル $d$ によるサービスセンタ $n$ の平均サービス時間を表す $T d n$ 、データプロトコル $d$ のサービスセンタ $n$ への平均訪問回数を表す $\theta d n$ 、データプロトコル $d$ のサービスセンタ $n$ への負荷量を表す $D W d n$ 、以上の4種類の記号を用いる。

【0013】閉鎖型連鎖であるデータプロトコルはその経路上にシステム既定のウィンドウ数 $W I$ だけの客が常に循環しているため、各データプロトコルの客数 $P$ は $P = W I$ でモデリングされる。また各サービスセンタ $n$ への負荷量 $D W d n$ は

$$D W d n = T d n \times \theta d n \quad (1)$$

でモデリングされる。

【0014】次に開放型連鎖のモデリング方法を説明する。この説明には以下の記号を用いる。

【0015】開放型連鎖である定周期プロトコル $t$ の発生周期を表す $G t$ 、定周期プロトコルの到着率を表す $\lambda t = 1 / G t$ 、定周期プロトコル $t$ によるサービスセンタ $n$ の平均サービス時間を表す $T t n$ 、定周期プロトコル $t$ のサービスセンタ $n$ への平均訪問回数を表す $\eta t n$ 、定周期プロトコル $t$ のサービスセンタ $n$ への負荷量を表す $T W t n$ 、以上の5種類の記号を用いる。

【0016】開放型連鎖である定周期プロトコル $t$ の到着率 $\lambda t$ は $\lambda t = 1 / G t$ でモデリングされる。また各サービスセンタ $n$ への負荷量 $T W t n$ は

$$T W t n = T t n \times \eta t n \quad (2)$$

でモデリングされる。

【0017】性能解析部31では、モデリング部1の結果に対して、「混合型待ち行列網の計算方式」を適用して性能解析を行う。ここで求められる結果は、閉鎖型連鎖である各データプロトコル $d$ が各サービスセンタ $n$ でいくつかの客が処理を待っていて、いくつかの客が処理中であるかの合計数を表す平均滞在客数 $D P d n$ と、各データプロトコル $d$ がサービスセンタ $n$ で処理を待っている時間と処理を受けている時間の和の平均である平均滞在時間 $D S d n$ 、また開放型連鎖である各定周期プロトコル $t$ も同様に各サービスセンタ $n$ でいくつかの客が処理を待っていて、いくつかの客が処理中であるかの合計数を表す平均滞在客数 $T P t n$ と、各定周期プロトコル $t$ がサービスセンタ $n$ で処理を待っている時間と処理を受けている時間の和の平均である平均滞在時間 $T S t n$ である。

【0018】平均滞在客数算出部41では、性能解析部31の結果 $D P d n$ と $T P t n$ から各サービスセンタ $n$ の平均滞在客数 $P n$ を次のように求める。

$$P n = \sum D P d n + \sum T P t n \quad (3)$$

(ただしここでの $\sum$ は第1項が全データプロトコル $d$ についての和、第2項が全定周期プロトコル $t$ についての和を表す。)

横断時間算出部51では、性能解析部31の結果 $D S d n$ と $T S t n$ から各データプロトコル $d$ の横断時間 $C T d$ と各定周期プロトコル $t$ の横断時間 $C T t$ を次のように求める。

$$C T d = \sum D S d n \quad (4)$$

(ただしここでの $\sum$ は全サービスセンタ $n$ についての和を表す。)

$$C T t = \sum T S t n \quad (5)$$

(ただしここでの $\sum$ は全サービスセンタ $n$ についての和を表す。)

従来例でのOSIネットワーク管理プロトコルの性能解析結果として求めるのは、各サービスセンタ $n$ の平均滞在客数 $P n$  ( (3) 式) と、各データプロトコル $d$ の横断時間 $C T d$  ( (4) 式) と、各定周期プロトコル $t$ の横断時間 $C T t$  ( (5) 式) である。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の技術は、以下の問題点がある。

【0022】第1の問題点は、複雑かつ大規模なシステムの性能解析ができないことである。

【0023】その理由は、通常このような計算は計算機上でプログラムにより行われているが、経路数すなわちプロトコル数が多くなると計算に必要な時間もメモリ量も指数関数的に大きくなり、複雑で大規模なシステムでは使用に耐えなくなる場合がでてくるためである。

【0024】第2の問題点は、計算に必要な時間とメモリ量を計算機上で計算可能な範囲に抑えるために、経路をまとめることで経路数を減らすモデル変換を行おうとする場合、変換前の経路すなわち、まとめる前の経路ごとの横断時間が求められないことである。

【0025】その理由は、モデル変換後に「混合型待ち行列網の計算方式」を適用するために、これから求められる平均滞在時間は変換後のまとめた経路に対するものであり、変換前の経路に対応するプロトコルそれぞれに対するものではないためである。よって各プロトコルの平均滞在時間の全のノードに対する和で表す横断時間は各プロトコルごとに求められない。

【0026】上記従来技術の問題点に鑑み、本発明の目的は、複雑かつ大規模なシステムにおいて、待ち行列理論に基づいて、各サービスセンタの平均滞在客数を求めるOSIネットワーク管理プロトコル性能解析システムを提供することにある。

【0027】また、本発明の他の目的は、従来例と同等

の結果を得られるように、各サービスセンタの平均滞在客数に加えて、変換前の経路に対する各プロトコルの横断時間を、経路をまとめるモデル変換を加えても求められる性能解析システムを提供することにある。

#### 【0028】

【課題を解決するための手段】本発明のOSIネットワーク管理プロトコル性能解析システムは、対象とするOSIネットワーク管理プロトコルを待ち行列網でモデリングするモデリング部と、モデリング部でモデリングされた、OSIネットワーク管理プロトコルの閉鎖型連鎖であるデータプロトコル群を、客数と各サービスセンタへの負荷量を求めて1つの閉鎖型連鎖に変換し、かつ、モデリング部でモデリングされた、OSIネットワーク管理プロトコルの開放型連鎖である定周期プロトコル群を、到着率と各サービスセンタへの負荷量を求めて1つの開放型連鎖に変換し、計算機での性能解析を可能にするモデル変換部と、モデル変換部で変換された各1つずつの閉鎖型連鎖と開放型連鎖に対して「混合型待ち行列網の計算方式」を適用し、各サービスセンタにおける閉鎖型連鎖の平均滞在客数と開放型連鎖の平均滞在客数、及び閉鎖型連鎖の平均滞在時間と開放型連鎖の平均滞在時間を求める性能解析部と、性能解析部で求められた、各サービスセンタにおける閉鎖型連鎖の平均滞在客数と開放型連鎖の平均滞在客数との和から、システム全体での各サービスセンタの平均滞在客数を求め、変換後のモデリングに対する解析結果からシステムとしての性能解析結果を算出する平均滞在客数算出部とを、備えている。

【0029】即ち、モデル変換部は、モデリング部でモデリングしたものを閉鎖型連鎖1つと開放型連鎖1つの計2つのみに変換する。その変換結果をもとに性能解析部で「混合型待ち行列網の計算方式」を適用するが、連鎖が2つのみであるため計算に必要な時間やメモリ量を少なくできる。

【0030】また、上述のOSIネットワーク管理プロトコル性能解析システムであって、各サービスセンタにおける閉鎖型連鎖の平均滞在時間と負荷量とから、変換後の閉鎖型連鎖において各サービスセンタで処理を受けるまでに要する平均待ち時間を求め、平均待ち時間と各データプロトコルの各サービスセンタへの負荷量とから、各データプロトコルの横断時間を求め、かつ、各サービスセンタにおける開放型連鎖の平均滞在時間と負荷量とから、変換後の開放型連鎖において各サービスセンタで処理を受けるまでに要する平均待ち時間を求め、平均待ち時間と各定周期プロトコルの各サービスセンタへの負荷量とから、各定周期プロトコルの横断時間を求め、変換前のモデリングに関する性能解析結果を算出する横断時間算出部を備えていてもよい。

【0031】即ち、横断時間算出部により、性能解析部の解析結果から変換前の各プロトコルの横断時間を算出

することができる。

#### 【0032】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0033】（本発明の第1の実施の形態）図1は、本発明の第1の実施の形態のフローチャート図である。

【0034】図1を参照すると、本発明の構成は対象とするOSIネットワーク管理プロトコルを待ち行列網でモデリングするモデリング部1と、そのモデリング結果を閉鎖型連鎖1つと開放型連鎖1つに変換するモデル変換部2と、そのモデル変換結果に、「混合型待ち行列網の計算方式」を適用して性能解析を行う性能解析部32と、その性能解析結果から各ノードすなわち各サービスセンタの平均滞在客数を算出する平均滞在客数算出部42とを含み、その動作は図1のフローの順である。

【0035】モデリング部1は、従来例のモデリング部1と同じである。

【0036】モデル変換部2は、モデリング部1でモデリングされたOSIネットワーク管理プロトコルの閉鎖型連鎖であるデータプロトコル群と開放型連鎖である定周期プロトコル群をそれぞれ1つの閉鎖型連鎖と開放型連鎖に変換する。

【0037】性能解析部32は、モデル変換部2の変換結果に「混合型待ち行列網の計算方式」を適用し、各1つずつの閉鎖型連鎖と開放型連鎖の各サービスセンタにおける平均滞在客数と平均滞在時間を求める。

【0038】平均滞在客数算出部42は、性能解析部32の解析結果から各サービスセンタの平均滞在客数を算出する。

【0039】次に図1を参照して本発明の実施の形態の動作について説明する。

【0040】モデリング部1では、OSIネットワーク管理プロトコルにおいてデータプロトコルを閉鎖型連鎖で、また定周期プロトコルを開放型連鎖でモデリングする。モデル変換部2では、モデリング部1の結果で存在する閉鎖型連鎖と開放型連鎖の2種類についてそれぞれを一つに変換する。まず閉鎖型連鎖の変換方法を説明する。この説明には以下の記号を用いる。

【0041】システムで既定されているウィンドウ数を表すWI、閉鎖型連鎖であるデータプロトコルの経路数を表すDN、データプロトコルdによるサービスセンタnへの負荷量を表すDWdn、以上の3種類の記号を用いる。

【0042】変換後の閉鎖型連鎖の客数Pは次のように求める。

$$【0043】 P = WI \times DN \quad (6)$$

また変換後のサービスセンタnへの負荷量DTnは次のように求める。

$$【0044】 DTn = (\sum DWdn) / DN \quad (7)$$

（ただしここでの $\sum$ はすべてのデータプロトコルdにつ

いての和を表す。) 1つの閉鎖型連鎖への変換は客数P ( (6) 式) と各サービスセンタnへの負荷量DTn ( (7) 式) を求めることである。

【0045】次に開放型連鎖の変換方法を説明する。この説明には以下の記号を用いる。

【0046】開放型連鎖である定周期プロトコルtの発生周期を表すGt、定周期プロトコルtの到着率を表す $\lambda t = 1/Gt$ 、定周期プロトコルtのサービスセンタnへの負荷量を表すTWtn、以上3種類の記号を用いる。

【0047】変換後の開放型連鎖の到着率 $\lambda$ は次のように求める。

【0048】 $\lambda = \sum \lambda t$  (8)

(ただしここでの $\sum$ はすべての定周期プロトコルtについての和を表す。)

また変換後のサービスセンタnへの負荷量TTnは次のように求める。

【0049】

$TTn = \sum (\lambda t / \lambda \times TWtn)$  (9)

(ただしここでの $\sum$ はすべての定周期プロトコルtについての和を表す。)

1つの開放型連鎖への変換は到着率 $\lambda$  ( (8) 式) と各サービスセンタnへの負荷量TTn ( (9) 式) を求めることである。

【0050】性能解析部32では、モデル変換部2の結果である客数Pと各サービスセンタnへの負荷量DTnで表される変換後の1つの閉鎖型連鎖と、到着率 $\lambda$ と各サービスセンタnへの負荷量TTnで表される変換後の1つの開放型連鎖に対して「混合型待ち行列網の計算方式」を適用して性能解析を行う。ここで求められる結果は、閉鎖型連鎖のサービスセンタnの平均滞在客数DPnと平均滞在時間DSn、開放型連鎖のサービスセンタnの平均滞在客数TPnと平均滞在時間TSnである。

【0051】平均滞在客数算出部42では、性能解析部32の結果から各サービスセンタnの平均滞在客数Pnを次のように求める。

【0052】 $Pn = DPn + TPn$  (10)

第1の実施の形態でOSIネットワーク管理プロトコルの性能解析結果として求めるのは、各サービスセンタnの平均滞在客数Pn ( (10) 式) である。

【0053】次に、本発明の第1の実施の形態の一実施例の動作を詳細に説明する。

【0054】図2は本発明の実施例を示す図である。

【0055】図2を参照すると、このモデルでは閉鎖型連鎖であるデータプロトコルa、bと開放型連鎖である定周期プロトコルc、dの4種類が混在している。各プロトコルの経路はそれぞれの矢印で示している。

【0056】この実施例をモデリング部1でモデリングすると図3のようになる。図3でマルで囲まれた数字はサービスセンタ番号を表し、マルの上の記号はそのサー

ビスセンタでの平均サービス時間を表す。矢印は図2と対応していて、矢印の流れが各プロトコルの経路を表している。また表には、各サービスセンタでの各プロトコルの負荷量をまとめており、最下行はデータプロトコルには客数を、定周期プロトコルには到着率を書いている。

【0057】図3をモデル変換部2でモデル変換するとデータプロトコルaとbを一つの閉鎖型連鎖に変換した結果は図4、また定周期プロトコルcとdを一つの開放型連鎖に変換した結果は図5のようになる。閉鎖型連鎖への変換は (7) 式より各サービスセンタへの負荷量DTnを求め、その客数は (6) 式を用いて求めることで、また開放型連鎖への変換は (9) 式より各サービスセンタへの負荷量TTnを求め、その到着率 $\lambda$ は (8) 式を用いて求めることができる。

【0058】図4と図5を性能解析部32で性能解析を行うと図6のようになる。モデル変換部2で変換された各1つずつの閉鎖型連鎖と開放型連鎖に対して「混合型待ち行列網の計算方式」を適用し、サービスセンタnにおける閉鎖型連鎖の平均滞在客数DPnと開放型連鎖の平均滞在客数TPn、また閉鎖型連鎖の平均滞在時間DSnと開放型連鎖の平均滞在時間TSnが求められる。

【0059】図6を平均滞在客数算出部42で計算すると図7のようになる。性能解析部32の結果から各サービスセンタnの閉鎖型連鎖と開放型連鎖の平均滞在客数の和DPn+TPnからシステム全体での各サービスセンタnの平均滞在客数Pnが求められる。

【0060】実施例の第1の形態による性能解析結果は各サービスセンタnの平均滞在客数Pnとなる。

【0061】(本発明の第2の実施の形態) 次に本発明の第2の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0062】図8は本発明の第2の実施の形態のフローチャート図である。

【0063】図8を参照すると、本発明の第2の実施の形態は、図1に示された第1の実施の形態におけるモデリング部1から平均滞在客数算出部42までの構成に加え、横断時間算出部52を有する点で異なる。

【0064】横断時間算出部52は、性能解析部32の解析結果から各データプロトコルと各定周期プロトコルの横断時間を算出する。

【0065】次に図8を参照して本発明の第2の実施の形態の動作を図面を参照して詳細に説明する。

【0066】モデリング部1とモデル変換部2と性能解析部32と平均滞在客数算出部42はそれぞれ、第一の実施の形態のモデリング部1とモデル変換部2と性能解析部32と平均滞在客数算出部42と同一のため、説明は省略する。

【0067】横断時間算出部52では、性能解析部32の結果から各データプロトコルと各定周期プロトコルが

経路を横断するのに要する横断時間を次のように求める。まず変換後の閉鎖型連鎖においてサービスセンタ $n$ で処理を受けるまでに要する平均待ち時間を $DW_n$ と表すと、変換後の閉鎖型連鎖のサービスセンタ $n$ における平均滞在時間 $DS_n$ と負荷量 $DT_n$ から、次のように求まる。

$$【0068】 DW_n = DS_n - DT_n \quad (11)$$

また変換後の開放型連鎖におけるサービスセンタ $n$ での平均待ち時間を $TW_n$ と表すと、変換後の開放型連鎖のサービスセンタ $n$ における平均滞在時間 $TS_n$ と負荷量 $TT_n$ から、次のように求まる。

$$【0069】 TW_n = TS_n - TT_n \quad (12)$$

(11) 式とデータプロトコル $d$ のサービスセンタ $n$ への負荷量 $DW_{dn}$ から、データプロトコル $d$ の横断時間 $CT_d$ は次のように求まる。

【0070】

$$CT_d = \Sigma (DW_n + DW_{dn}) \quad (13)$$

(ただしここでの $\Sigma$ は全サービスセンタ $n$ のうちデータプロトコル $d$ が通過するサービスセンタについての和を表す。よって $DW_{dn} = 0$ の時は $DW_n + DW_{dn} = 0$ とする。)

また(12)と定周期プロトコル $t$ のサービスセンタ $n$ への負荷量 $TW_{tn}$ から、定周期プロトコル $t$ の横断時間 $CT_t$ は次のように求まる。

【0071】

$$CT_t = \Sigma (TW_n + TW_{tn}) \quad (14)$$

(ただしここでの $\Sigma$ は全サービスセンタ $n$ のうち定周期プロトコル $t$ が通過するサービスセンタについての和を表す。よって $TW_{tn} = 0$ の時は $TW_n + TW_{tn} = 0$ とする。)

第2の実施の形態のOSIネットワーク管理プロトコルの性能解析結果として横断時間算出部52で求めるのは、各データプロトコル $d$ の横断時間 $CT_d$ ((13)式)と各定周期プロトコル $t$ の横断時間 $CT_t$ ((14)式)である。

【0072】次に実施例について説明する。図8に示した第2の実施の形態で図2に示した実施例の性能解析を行うとモデリング部1から平均滞在客数算出部42までの結果は、第1の実施の形態の実施例と同じである。よって図6の結果を用いて横断時間算出部52で計算すると図9のようになる。性能解析部32の結果から各データプロトコルの横断時間と各定周期プロトコルの横断時間が求められる。

【0073】実施例の第2の実施の形態による性能解析結果は各サービスセンタ $n$ の平均滞在客数 $P_n$ と各デー

タプロトコルの横断時間 $CT_d$ と各定周期プロトコルの横断時間 $CT_t$ となる。

【0074】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、第1に、経路数を減らすモデル変換をすることで、複雑かつ大規模なシステムへの「混合型待ち行列網の計算方式」の適用による性能解析を可能にするという効果がある。

【0075】その理由は、計算機で実際に行う場合の制約である計算に必要な時間とメモリ量を実行可能な範囲に抑えたことにある。

【0076】第2の効果は、経路数を減らすモデル変換を行ったものへの性能解析結果から、モデル変換前の各経路すなわち各プロトコルの横断時間を求められるようにしたことにある。

【0077】その理由はモデル変換によりそれぞれ1つずつにまとめられたデータプロトコル群と定周期プロトコル群に対するサービスセンタごとの平均滞在時間から、変換前の各データプロトコルと各定周期プロトコルのサービスセンタごとの平均滞在時間を求め、それらの和から横断時間を算出することを可能にしたためである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態のフローチャート図である。

【図2】本発明の実施例を示す図である。

【図3】実施例のモデリング部の結果を示す図である。

【図4】実施例のモデル変換部の結果のうち閉鎖型連鎖の結果を示す図である。

【図5】実施例のモデル変換部の結果のうち開放型連鎖の結果を示す図である。

【図6】実施例の性能解析部の結果を示す図である。

【図7】実施例の平均滞在客数算出部の結果を示す図である。

【図8】本発明の第2の実施の形態のフローチャート図である。

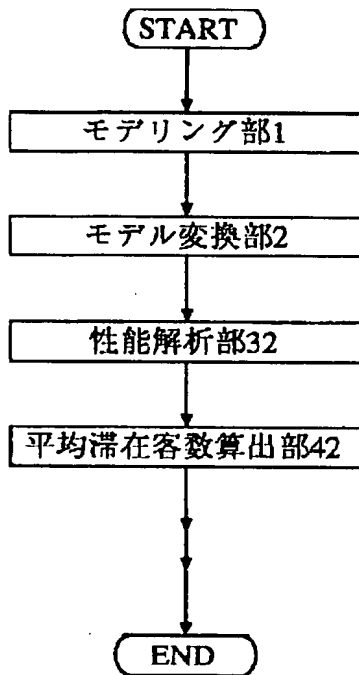
【図9】実施例の横断時間算出部の結果を示す図である。

【図10】従来例のフローチャート図である。

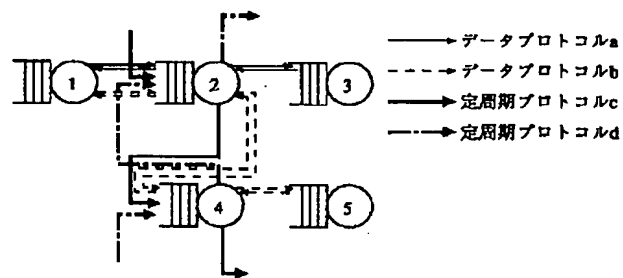
【符号の説明】

- 1     モデリング
- 2     モデル変換部
- 31、32     性能解析部
- 41、42     平均滞在客数算出部
- 51、52     横断時間算出部

【図1】



【図2】



【図4】

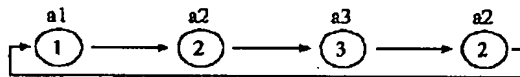
|          | データプロトコル群変換後の閉鎖型連鎖の負荷量DTn                   |
|----------|---|
| サービスセンタ1 | $(a1 + b1) / 2$                             |
| サービスセンタ2 | $(a2 \times 2 + b2 \times 2) / 2 = a2 + b2$ |
| サービスセンタ3 | $a3 / 2$                                    |
| サービスセンタ4 | $(b4 \times 2) / 2 = b4$                    |
| サービスセンタ5 | $b5 / 2$                                    |
|          | 客数 = $2 \times W$                           |

【図7】

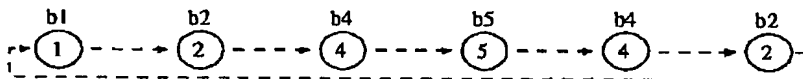
|          | 平均滞在客数 Pn        |
|----------|------------------|
| サービスセンタ1 | $P1 = DP1$       |
| サービスセンタ2 | $P2 = DP2 + TP2$ |
| サービスセンタ3 | $P3 = DP3$       |
| サービスセンタ4 | $P4 = DP4 + TP4$ |
| サービスセンタ5 | $P5 = DP5$       |

【図3】

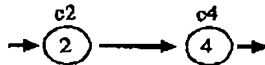
データプロトコルa  
客数 W



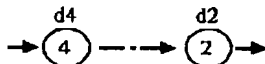
データプロトコルb  
客数 W



定周期プロトコルc  
到着率  $\lambda c$



定周期プロトコルd  
到着率  $\lambda d$



|          | データプロトコルa<br>の負荷量 | データプロトコルb<br>の負荷量 | 定周期プロトコルc<br>の負荷量 | 定周期プロトコルd<br>の負荷量 |
|----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| サービスセンタ1 | a1                | b1                | 0                 | 0                 |
| サービスセンタ2 | $a2 \times 2$     | $b2 \times 2$     | c2                | d2                |
| サービスセンタ3 | a3                | 0                 | 0                 | 0                 |
| サービスセンタ4 | 0                 | $b4 \times 2$     | c4                | d4                |
| サービスセンタ5 | 0                 | b5                | 0                 | 0                 |
|          | 客数 = W            | 客数 = W            | 到着率 = $\lambda c$ | 到着率 = $\lambda d$ |



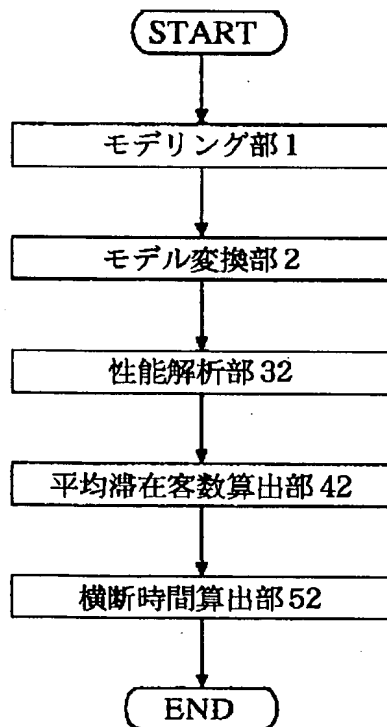
【図5】

|          | 定期期プロトコル群変換後の開放型連鎖の負荷量 $TT_n$   |
|----------|---|
| サービスセンタ1 | 0   |
| サービスセンタ2 | $(c2 \times \lambda c + d2 \times \lambda d) / (\lambda c + \lambda d) = (c2 \times \lambda c + d2 \times \lambda d) / \lambda$ |
| サービスセンタ3 | 0   |
| サービスセンタ4 | $(c4 \times \lambda c + d4 \times \lambda d) / (\lambda c + \lambda d) = (c4 \times \lambda c + d4 \times \lambda d) / \lambda$ |
| サービスセンタ5 | 0   |
|          | 到着率 $= \lambda c + \lambda d = \lambda$   |

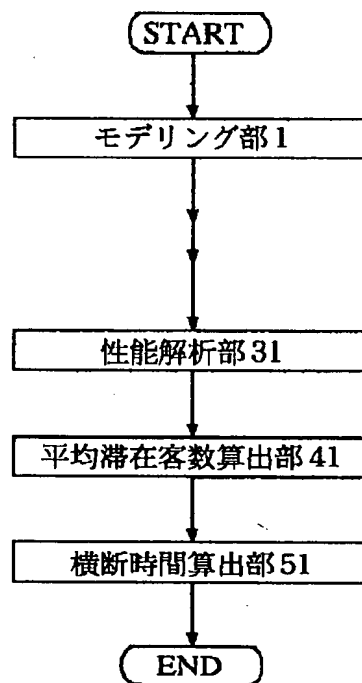
【図6】

|          | 変換後の閉鎖型連鎖の平均滞在客数 $DP_n$ | 変換後の開放型連鎖の平均滞在客数 $TP_n$ | 変換後の閉鎖型連鎖の平均滞在時間 $DS_n$ | 変換後の開放型連鎖の平均滞在時間 $TS_n$ |
|----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| サービスセンタ1 | DP1                     | 0                       | DS1                     | 0                       |
| サービスセンタ2 | DP2                     | TP2                     | DS2                     | TS2                     |
| サービスセンタ3 | DP3                     | 0                       | DS3                     | 0                       |
| サービスセンタ4 | DP4                     | TP4                     | DS4                     | TS4                     |
| サービスセンタ5 | DP5                     | 0                       | DS5                     | 0                       |

【図8】



【図10】



【図9】

|          | 変換後の閉鎖型連鎖の平均待ち時間<br>$DWn = DSn - DTn$ | 変換後の開放型連鎖の平均待ち時間<br>$TWn = TSn - TTn$ |
|----------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| サービスセンタ1 | $DW1 = DS1 - DT1$                     | 0                                     |
| サービスセンタ2 | $DW2 = DS2 - DT2$                     | $TW2 = TS2 - TT2$                     |
| サービスセンタ3 | $DW3 = DS3 - DT3$                     | 0                                     |
| サービスセンタ4 | $DW4 = DS4 - DT4$                     | $TW4 = TS4 - TT4$                     |
| サービスセンタ5 | $DW5 = DS5 - DT5$                     | 0                                     |

|           | 横断時間 $CTx$  |
|-----------|---|
| データプロトコルa | $CTa = (DW1 + a1) + (DW2 + a2 \times 2) + (DW3 + a3)$                       |
| データプロトコルb | $CTb = (DW1 + b1) + (DW2 + b2 \times 2) + (DW4 + b4 \times 2) + (DW5 + b5)$ |
| 定周期プロトコルc | $CTc = (TW2 + c2) + (TW4 + c4)$   |
| 定周期プロトコルd | $CTd = (TW2 + d2) + (TW4 + d4)$   |